Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 15, No. 2, December 2024, pp. 249-264
Original Research

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱۵، شمارهٔ ۲، نیمهٔ دوم ۱۴۰۳، ص. ۲٦٤-۲٤۹
نوع مقاله: پژوهشی

Homepage: https://ijpr.um.ac.ir

https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.85603.1075

Evaluation of Yield Response and Yield Components of Promising Red Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes Resistant to Drought Stress

Behrouz Asadi[1], Seyedeh Soudabeh Shobeiri[2], Ali Akbar Asadi[3]*, Hossein Astaraki[4], Foroud Salehi[5]

Received: 09-12-2023
Revised: 01-02-2024
Accepted: 08-04-2024
Available Online: 03-11-2024

Cite this article:
Asadi, B., Shobeiri, S.S., Asadi, A.A., Astaraki, H., & Salehi, F. (2024). Evaluation of yield response and yield components of promising red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes Resistant to Drought Stress. *Iranian Journal of Pulses Research*, *15*(2), 249-264. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.85603.1075

Introduction
Considering the limitation of arable land, the most effective factor in increasing the production of beans is to conduct research in the field of agronomic and breeding in order to increase the yield per unit area. In order to determine the effect of genetic or environmental factors on a trait, different genotypes should be studied in multiple environments. The varying responses of genotypes in different environments, coupled with the interaction effects of genotype in the environment, render the selection of genotypes from one environment to another challenging. Therefore, examining genotypes in diverse environments holds significant importance in determining the appropriate breeding strategy for the release of adapted cultivars to the target environments. Considering the role of genetic diversity in the advancement of breeding programs, the study of morphological and phenological characteristics that determine yield is a suitable method to achieve selection criteria for improving yield and improving and introducing compatible and high-yielding cultivars. Seed yield is a complex trait that is controlled by a large number of genes, and selection based on yield alone is often not successful. For this reason, one of the ways to identify high-yielding genotypes is to study traits that have a significant relationship with seed yield, so that by selecting or removing them, the accumulation of desirable genes in improved cultivars can be done. Considering the climatic conditions of different regions of Iran, this research was conducted in order to investigate the yield and yield components of red beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in 4 major bean growing regions in the country.

Materials and Methods
14 red bean genotypes along with Yaghout, Ofogh and Dadfar varieties (Controls) were studied in randomized complete block design with three replications in four research stations of Khomein, Broujerd, Shahrekord and Zanjan for 2 crop years (2018-2019). At the time of harvest, each plot was harvested separately and the yield of each plot was weighed after threshing. After collecting data related to yield and its components, combined variance analysis, simple variance analysis related to each location and mean comparisons were performed. Also, correlation analysis and step-by-step regression were used to investigate the relationship between yield and its components.

1- M.Sc., Researcher of Seed and Plant Improvement Institute, Arak Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Arak, Iran.
2- Assistant Professor, Dryland Agricultural Research Institute, Zanjan Agricultural and Natural Recourses Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zanjan, Iran.
3- Assistant Professor, Seed and Plant improvement Institute, Zanjan Agricultural and Natural Recourses Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zanjan, Iran.
4- M.Sc., Researcher of Researcher of Seed and Plant improvement Institute, Lorestan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Lorestan, Iran.
5- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Recourses Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Chaharmahal and Bakhtiari, Iran.
* Corresponding Author: asadipm@gmail.com

Results and Discussion

The results showed that there is a significant statistical difference between the studied locations, years and genotypes in terms of all traits at the probability level of 1%. The significance of genotype × location interaction for all traits made it necessary to analyze the variance separately in each investigated location. The significance of double interactions indicates the relative instability of the traits of different genotypes in different times and places. The highest seed yield was observed at Khomein station in G12, Yaghot and G4 genotypes, Borujerd in G14 and G13 genotypes, Zanjan in Yaghot and G12 genotypes and Shahrekord in G12 and G16 genotypes. Based on the days to maturity the Ofogh variety, G9, G16 and to some extent G4 genotypes, and based on its yield and yield components, the G12 genotype and Yaghuot and Dadfar varieties were introduced as desirable genotypes. Correlation analysis showed that there is a positive but non-significant correlation between seed yield and number of pods per plant, number of seeds per pod and number of seeds per plant. Regression analysis showed that the traits of number of seeds per pod, days to maturity, number of pods per plant and 100 grain weight are included in the regression model as effective traits and among these traits, days to maturity with a negative coefficient and the number of pods per plant with a positive coefficient were more effective in seed yield.

Conclusions

This study showed that according to the yield and its components in red beans, it is better to introduce a specific variety for each region. Based on the number of days to maturity, Ofogh (check) and G9, G16, and to some extent G4 genotypes, and based on its yield and components, genotypes G12 and G5 can be reported as favorable genotypes. Besides the seed yield, the yield components including the number of pods per plant, the number of seeds per plant, and the 100 grain weight also played a role in selecting better lines; therefore, indirect selection through the selection of these traits can be effective in increasing seed yield. Finally, it can be concluded that apart from seed yield, yield components including the number of pods per plant, the number of seeds per plant, and the weight of 100 seeds can also be effective in selecting superior genotypes; therefore, indirect selection through these traits can be effective in increasing grain yield

Keywords: Cluster analysis, Indirect selection, Legumes, Regression analysis

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 15, No. 2, December 2024, pp. 249-264
Original Research

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱۵، شمارهٔ ۲، نیمهٔ دوم ۱٤۰۳، ص. ۲٦٤-۲٤۹
نوع مقاله: پژوهشی

Homepage: https://ijpr.um.ac.ir

https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.85603.1075

ارزیابی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های امیدبخش مقاوم به تنش خشکی لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.)

بهروز اسدی[۱]، سیده سودابه شبیری[۲]، علی‌اکبر اسدی[۳*]، حسین آسترکی[۴]، فرود صالحی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰

چکیده

جهت تشخیص میزان تأثیر عوامل ژنتیکی و یا محیطی بر روی یک صفت، ژنوتیپ‌های مختلف بایستی در محیط‌های متعدد مطالعه شوند. این عمل از لحاظ تعیین استراتژی اصلاحی مناسب برای آزادسازی ارقام سازگار به محیط‌های هدف با شرایط محیطی خاص دارای اهمیت می‌باشد. با توجه به شرایط اقلیمی مناطق مختلف، این تحقیق در چهار منطقه عمده کشت لوبیا در کشور به‌منظور بررسی عملکرد و اجزای عملکردی لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) با استفاده از ۱۴ ژنوتیپ لوبیا به همراه ارقام شاهد یاقوت، افق و دادفر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در چهار ایستگاه تحقیقاتی خمین، بروجرد، شهرکرد و زنجان به‌مدت دو سال زراعی (۱۳۹۸-۱۳۹۹) انجام گرفت. نتایج نشان داد که بین مکان‌ها، سال‌ها و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر تمامی صفات، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × مکان برای تمامی صفات، نیاز به تجزیه واریانس جداگانه در هر مکان مورد بررسی را ضروری ساخت. براساس تعداد روز تا رسیدن رقم افق و ژنوتیپ‌های G9، G16 و تا حدودی G4 و براساس عملکرد و اجزای آن ژنوتیپ G12 و ارقام یاقوت و دادفر (به‌ترتیب با میانگین عملکردهای ۳۲۸۸، ۳۱۳۵/۹۵ و ۳۱۱۰/۵۸ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب برای تمامی مناطق معرفی شدند. تجزیه همبستگی نشان داد که بین عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته همبستگی مثبت ولی غیرمعنی‌دار وجود دارد. تجزیه رگرسیون نشان داد که صفات تعداد دانه در غلاف، روز تا رسیدگی، تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰ دانه به‌عنوان صفات مؤثر وارد مدل رگرسیونی می‌شوند و از بین این صفات نیز روز تا رسیدگی با ضریب منفی و تعداد غلاف در بوته با ضریب مثبت در عملکرد دانه مؤثرتر بودند. در نهایت، می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که غیر از عملکرد دانه، اجزاء عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، و وزن ۱۰۰ دانه نیز در گزینش ژنوتیپ‌های برتر می‌توانند مؤثر باشند، لذا انتخاب غیرمستقیم از طریق این صفات می‌تواند در جهت افزایش عملکرد دانه مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه رگرسیون، تجزیه کلاستر، حبوبات، گزینش غیرمستقیم

مقدمه

حبوبات پس از غلات، دومین منبع غذایی بشر بوده است و در بین حبوبات نیز، لوبیا یکی از مهم‌ترین گیاهان این گروه محسوب می‌شود (Broughton et al., 2003). بی‌شک حبوبات و به‌ویژه لوبیا از منابع مهم تأمین‌کننده پروتئین در اکثر کشورها به‌خصوص کشورهای درحال توسعه بوده و به‌عنوان یک منبع غذایی برای بیش از ۳۰۰ میلیون نفر از جمعیت جهان شناخته شده است، چرا که از نظر اقتصادی از پروتئین حیوانی ارزان‌تر بوده (Beebe & Mc Clafferty, 2006) و با داشتن

۱- کارشناس ارشد، پژوهشگر مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران.
۲- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران.
۳- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران.
۴- کارشناس ارشد، پژوهشگر مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لرستان، ایران.
۵- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چهارمحال و بختیاری، ایران.
(*- نویسنده مسئول: asadipm@gmail.com)

کربوهیدرات، برخی ویتامین‌ها و مواد معدنی ضروری، جایگاه مهمی در جیره غذایی انسان دارند (Singh et al., 1999). حبوبات در تناوب‌های زراعی می‌توانند به‌عنوان کود سبز و حاصلخیزکننده زمین مورد استفاده قرار گیرند (Khaghani et al., 2009) و در صورت تناوب با غلات و یا به‌عنوان محصولات پوششی، تأثیرات مثبتی بر عملکرد دیگر محصولات زراعی داشته باشند؛ همچنین می‌توانند میزان کربن و نیتروژن خاک را بهبود بخشند (Sainju et al., 2005).

با توجه به محدودیت اراضی زراعی، مؤثرترین عامل در افزایش تولید لوبیا، انجام تحقیقات در زمینه به‌زراعی و به‌نژادی در جهت افزایش عملکرد در واحد سطح می‌باشد. با توجه به نقش تنوع ژنتیکی در پیشبرد برنامه‌های به‌نژادی، بدون شک بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فنولوژیکی تعیین‌کننده عملکرد از جمله روش‌های مناسب برای دستیابی به معیارهای انتخاب در جهت بهبود عملکرد و اصلاح و معرفی ارقام است (Asadi et al., 2015). عملکرد بذر، صفت پیچیده‌ای است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و گزینش تنها براساس عملکرد اغلب همراه با موفقیت نمی‌باشد. به همین دلیل، یکی از راه‌های شناسایی ژنوتیپ‌های پرمحصول، بررسی صفاتی است که رابطه معنی‌داری با عملکرد بذر دارند تا با گزینش یا حذف آن‌ها نسبت به تجمع ژن‌های مطلوب در ارقام اصلاح شده اقدام گردد (Salehi & Saeidi, 2011). بررسی و تحلیل تنوع ژنتیکی در ذخایر توارثی موجود از مهم‌ترین مراحل پروژه‌های به‌نژادی است که امکان گروه‌بندی و توصیف دقیق نمونه‌ها را فراهم آورده و به‌نژادگر را در تشخیص زیرمجموعه‌ها و نمونه‌هایی که امکان استفاده مؤثر از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی وجود دارد را یاری می‌کند (Asadi et al., 2015). در همین راستا، رحیمی و همکاران (Rahimi et al., 2023) در لوبیا چیتی و بخشی و همکاران (Bakhsi et al., 2021) در لوبیا چشم بلبلی تنوع قابل توجهی را گزارش کردند که می‌توان از این تنوع در برنامه‌های اصلاحی و گزینشی جهت مقابله با تنش خشکی استفاده کرد.

به منظور تشخیص میزان تأثیر عوامل ژنتیکی و یا محیطی بر روی یک صفت، ژنوتیپ‌های مختلف بایستی در محیط‌های متعدد مطالعه شوند. اثرات متقابل ژنوتیپ در محیط که پاسخ‌های متفاوت ژنوتیپ‌ها را در محیط‌های مختلف نشان می‌دهد، انتخاب ژنوتیپ‌ها را از یک محیط به محیط دیگر با مشکل مواجه می‌سازند، بنابراین بررسی ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف از لحاظ تعیین استراتژی اصلاحی مناسب برای آزادسازی ارقام سازگار به محیط‌های هدف دارای اهمیت می‌باشد (Sharifi et al., 2014). معمولاً ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط محیطی مختلف، واکنش‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند و یک ژنوتیپ ممکن است در یک منطقه بهترین ژنوتیپ محسوب شود، درحالی‌که در مناطق دیگر چنین مزیتی نداشته باشد (Farshadfar, 2000). لوبیا را به‌عنوان گونه‌ای چند شکل می‌شناسند که در رویشگاه‌های مختلف، تعداد و اندازه اندام‌های رویشی و زایشی متفاوتی خواهد داشت (Laing et al., 1983). به همین دلیل، لوبیا از جمله گیاهانی است که تنوع ژنتیکی وسیعی دارد و به‌ویژه اکثر توده‌های آن تفاوت چشمگیری در مورد عملکرد دانه دارند (Gomez et al., 2004). عملکرد، درصد کاهش عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا از جمله صفاتی هستند که در گزینش ژنوتیپ‌های برتر در محیط‌های مختلف مورد توجه پژوهشگران قرار می‌گیرند (Abebe et al., 1998). تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه، سه جزء مهم تشکیل‌دهنده اجزای عملکرد در لوبیا محسوب می‌شوند (Liebman et al., 1995). تعداد غلاف در لوبیا، بیشترین همبستگی را با عملکرد بوته دارد (Bennett et al., 1977) و ممکن است در شرایط مختلف محیطی تا چهار برابر تغییر کند، بنابراین مهم‌ترین جزء عملکرد محسوب می‌شود (Salehi et al., 2008). کوشکی و مرزوقیان (Kooshki & Marzoghian, 2020) در افزایش عملکرد دانه، افزایش تعداد دانه در بوته را نسبت به دیگر صفات عملکردی مؤثرتر دانستند. قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2017) با استفاده از تجزیه رگرسیون گام به گام، به‌ترتیب صفات تعداد دانه در غلاف، دوره پرشدن دانه، تعداد روز تا ظهور سه برگچه اول و بازارپسندی دانه را جهت برنامه‌های اصلاحی لوبیا چیتی پیشنهاد دادند. در برخی از پژوهش‌ها، تعداد غلاف تا ۶۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کند (Fageria & Santos, 2008). در مطالعه ۳۰ رقم لوبیا در شرایط آب‌وهوایی تهران، از میان صفات تعداد دانه در بوته، وزن دانه‌ها، تعداد غلاف و طول غلاف، و صفت تعداد دانه در بوته بیشترین همبستگی مثبت و مستقیم را با عملکرد دانه داشت (Sabokdast & Khyalparast, 2008). در مقایسه بین ۱۰ رقم لوبیا سفید، ارقام دانشکده، امرسون ۷۴، گریت نوردم، و جی ۵۷۱۰ نسبت به سایر ارقام عملکرد بیشتری داشتند و ارقام برتر، تعداد دانه بیشتر با وزن دانه زیادتر تولید کردند (Hashemi Jezi, 2014). با توجه به لزوم بررسی صفات مهم عملکردی و سازگاری ارقام امیدبخش لوبیا در مناطق مختلف کشت دارای شرایط آب‌وهوایی متفاوت در کشور، هدف از اجرای این پژوهش، مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های امیدبخش لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) حاصل از برنامه‌های اصلاحی در چهار منطقه عمده کشت لوبیا در کشور بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مقایسه عملکرد و اجـزاء عملکـرد و بررسـی سـازگاری ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز، تعداد ۱۴ ژنوتیپ به همراه ارقـام شـاهد یاقوت، افق و دادفر جمعاً ۱۷ ژنوتیپ (جدول ۱) در قالب طـرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در چهار منطقـه کشـور در ایسـتگاه‌های تحقیقـاتی خمـین، بروجـرد، شـهرکرد و زنجـان به‌مـدت دو سـال زراعـی (۱۳۹۸- ۱۳۹۹) مـورد بررسـی قـرار گرفتند.

جدول ۱- ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز مورد مطالعه در مناطق مختلف مورد بررسی

Table 1- Red bean genotypes studied in different areas

کد Code	ژنوتیپ Genotype	کد Code	ژنوتیپ Genotype
G1	KS31361	G10	Ofogh
G2	KS31360	G11	KS31148
G3	KS31362	G12	KS31253
G4	KS31359	G13	KS31264
G5	Yaghot	G14	KS31340
G6	KS31358	G15	KS31363
G7	KS31336	G16	KS31339
G8	KS31338	G17	Dadfar
G9	KS31353		

عملیات آماده‌سازی زمـین شـامل شـخم عمیـق پـاییزه، شـخم سطحی بهاره، دیسک و لولر در هر چهار ایستگاه به‌طور یکسـان انجام شد. با توجه به وجـود منـاطق مختلـف در ایـن بررسـی، تاریخ کاشت و برداشت در مناطق مختلـف یکسـان نبـود، ولـی به‌طور عمـومی نیمـه دوم خـرداد و اواخـر شـهریور را می‌تـوان به‌عنوان زمان کشت و برداشـت لوبیـا در ایـن منـاطق در نظـر گرفت. عناصر غذایی ماکرو و میکرو براساس آزمـون خـاک هـر ایستگاه به زمین داده شد. از علف‌کش پیش‌کاشت تریفلـورالین (TREFLAN 48% EC) بـه‌میزان ۱/۵ لیتـر در هکتـار جهـت کنترل علف‌های هرز استفاده گردیـد. کشـت به‌صـورت ردیفـی (جوی و پشته) با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر براساس نقشه آزمایشی انجام شد. فواصل بوته‌ها در روی ردیف، پـنج تـا هفت سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذور هر یک از ژنوتیپ‌ها بـر روی چهار خط به‌طول پنج متر کشت شـد. عملیـات داشـت در تمامی ایستگاه‌ها بنابر شرایط منطقه و تقریباً به‌صـورت یکسـان انجام شد.

در طـول دوران رشــدونمو، یادداشــت‌برداری صــفات روز تــا رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غـلاف، عملکـرد دانـه و وزن ۱۰۰ دانـه انجـام شـد. در زمـان برداشت، تعـداد پـنج بوتـه بـه‌طور تصـادفی از دو خـط میـانی انتخاب و اجـزاء عملکـرد ایـن بوتـه‌ها تعیـین شـدند. در زمـان برداشت تمامی بوته‌های هر پلات به‌صورت جداگانـه برداشـت و عملکرد هر پلات پس از خرمن‌کوبی توزین شدند.

پس از جمـع‌آوری داده‌هـای مربوطـه، تجزیـه واریـانس سـاده، مرکب و مقایسه‌های میانگین انجام شد. همچنین جهت بررسی ارتبــاط بــین عملکــرد و اجــزای آن از تجزیــه همبســتگی و رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شد. در نهایـت، جهـت گروه‌بنـدی ژنوتیپ‌ها از تجزیـه کلاسـتر بـا اسـتفاده از روش مربـع فاصـله اقلیدســی جهــت تعیــین فاصــله و روش UPGMA جهــت گروه‌بندی استفاده شد. جهت انجـام محاسـبات آمـاری و رسـم نمودارها نیز از نرم افزارهای SAS و SPSS استفاده شد.

نتایج و بحث

ابتـدا بـا اسـتفاده از آزمون‌هـای بارتلـت و F مـاکس هـارتلی[1]، یکنواختی واریانس خطای آزمایشی ارزیابی گردید. این آماره‌هـا با استفاده از واریانس خطاهای آزمایشـی محاسـبه شـده بـرای صفات مختلـف در نقـاط مختلـف و در دو سـال انجـام تحقیـق (محیط‌ها) محاسبه شد. برای صـفت عملکـرد، تسـت بارتلـت و باقی صفات، F ماکس هـارتلی غیـر معنـی‌دار شـدند. بنـابراین، می‌توان داده‌های مربـوط بـه نقـاط مختلـف در دو سـال مـورد بررسـی را بـرای صـفات یکنواخـت ارزیـابی کـرد (جـدول ۲). همان‌طور که مشاهده می‌شود، بهتر است از چند آزمـون بـرای تسـت غیریکنــواختی واریانس‌هــا اســتفاده کــرد و در صــورت معنی‌دار نبودن حتـی یکـی از روش‌هـا نتیجـه‌گیری شـود کـه واریانس‌هــای اشــتباه‌های درون تیمــاری یکنواخــت می‌باشــند (Valizadeh & Moghadam, 2010)؛ بنــابراین می‌تــوان یکنــواختی واریانس‌هــای درون تیمــاری را بــرای صــفات مــورد مطالعه در نظر گرفت.

1- Hartley's Fmax test

جدول ۲- واریانس خطاهای آزمایشی در مکان‌های مورد بررسی در دو سال زراعی و آزمون‌های F max هارتلی و بارتلت برای ارزیابی یکنواختی واریانس‌ها

Table 2- Variance of experimental errors in investigated locations and two crop years and F_{max} Hartley and Bartlett's tests to evaluate the uniformity of variances

سال Years	مکان Locations	روز تا رسیدن Days to maturity	ارتفاع بوته Plant height	تعداد غلاف در بوته Pod per plant	تعداد بذر در غلاف Seed per pod	عملکرد Yield	وزن ۱۰۰ دانه 100-grain weight
2020	خمین Khomein	2.17	6.74	123.69	0.124	344880	1.38
	بروجرد Broujerd	1.37	6.42	96.07	0.206	217348	1.43
	زنجان Zanjan	1.38	5.22	198.43	0.164	174007.5	2.65
	شهرکرد Shahre kord	2.57	4.31	139.16	0.143	191245.2	1.437
2021	خمین Khomein	2.07	4.78	97.86	0.127	368087.1	1.51
	بروجرد Broujerd	2.61	5.15	162.26	0.213	177651	1.67
	زنجان Zanjan	1.95	4.74	124.72	0.211	2083.61	1.28
	شهرکرد Shahre kord	1.67	3.77	141.84	0.239	6979.8	1.74
ماکس هارتلی F F_{max} Hartley		1.87	1.79	2.03	1.88	186.3**	2.07
تست بارتلت Bartlets test		34.69**	58.42**	50.23**	27.82**	11.98	19.48**

5-DIC: 5-day Irrigation Cycle, 9-DIC: 9-day Irrigation Cycle

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد

** and *: significant at the level of 1 and 5 percent, respectively

آزمون تجزیه واریانس برمبنای امید ریاضی با فرض متغیر بودن فاکتور زمان و مکان و ثابت بودن ژنوتیپ انجام شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر متقابل سال × مکان در سطح یک درصد برای تمامی صفات معنی‌دار است (جدول ۳). بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی از نظر تمامی صفات مورد مطالعه (به‌جز تعداد دانه در غلاف) اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. معنی‌دار شدن اختلاف بین ژنوتیپ‌ها بیانگر تنوع ژنتیکی بالا (که لازمه هر برنامه اصلاحی است) در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد نظر می‌باشد. محمدی و همکاران (Mohammadi et al., 2017) پس از انجام تجزیه واریانس مرکب در ژنوتیپ‌های لوبیا، تفاوت معنی‌دار و قابل توجهی را در بین ژنوتیپ‌ها و ارقام برای بیشتر صفات گزارش کردند. بیکر و لئون (Becker & Leon, 1988) تنوع بالایی برای کلیه صفات مورد مطالعه در بین ژنوتیپ‌ها گزارش کردند و اظهار داشتند که مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، اطلاعات ارزشمندی درباره اثرات مختلف محیط بر عملکرد و ارزیابی پایداری عملکرد ارقام فراهم می‌کند. از طرف دیگر، اثر متقابل دوگانه ژنوتیپ × مکان و سه‌گانه ژنوتیپ × سال × مکان برای بیشتر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که نشان‌دهنده واکنش متفاوت ژنوتیپ‌های مورد بررسی در محیط‌ها و سال‌های آزمایش بود. معنی‌دار بودن اثرات متقابل دوگانه نشان‌دهنده ناپایداری نسبی صفات ژنوتیپ‌های مختلف در مکان‌های مختلف است، به‌طوری‌که معنی‌دار بودن ژنوتیپ در مکان برای صفت تعداد روز تا رسیدگی نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های مختلف در مکان‌های مختلف طول دوره رشد یکسانی را ندارند. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × مکان، برای تمامی صفات در هر مکان مورد بررسی، تجزیه واریانس جداگانه برای تمامی ژنوتیپ‌ها در هر مکان انجام گرفت (تجزیه شکست اثرات متقابل) (جداول ساده واریانس نشان داده نشده است) و برمبنای آن، مقایسه‌های میانگین برای هر صفت در هر مکان نیز انجام شد.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز طی دو سال زراعی در محیط‌های مورد بررسی

Table 3- Combined variance analysis of investigated traits in red bean genotypes during two cropping years in the investigated environments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares					
		تعداد روز تا رسیدن Days to maturity	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pods	عملکرد دانه Grain yield	وزن ۱۰۰ دانه 100-grain weight
سال Year	1	88.48	588.79	26298	1.414	10413572.2	1243.03
مکان Location	3	6701.99*	1789.7*	24303.6	64.31**	19581820.5	1359.5*
مکان×سال Year × location	3	884.87**	384.77**	11559.9**	2.076**	13432928.5**	151.41**
خطا Error1	16	6.9	13.32	206.6	0.167	175740.3	3.82
ژنوتیپ Genotype	16	887.09**	290.37**	7826.6**	2.309	6010926.6**	1254.14**
سال×ژنوتیپ Genotype × year	16	63.72	16.33	442.7*	0.463*	1344081.1	26.23
مکان×ژنوتیپ Genotype × location	48	185.66**	88**	2458.2**	1.08**	2332715.6	32.95
مکان × سال ×ژنوتیپ Genotype × year × location	48	46.47**	24.63**	677.6	0.242	960888.8**	33.45**
خطا Error2	256	10.16	10.34	263.1	0.283	313380	7.452
ضریب تغییرات (٪) CV%		3.14	20.33	29.4	14.95	23.57	7.87

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

**and *: significant at the probability level of 1 and 5%, respectively

تعداد روز تا رسیدن

با توجه به مدت زمان رسیدگی در ایستگاه‌ها مشاهده می‌شود که میانگین طول فصل رشد برای لوبیا در ایستگاه خمین از تمامی ایستگاه‌ها کمتر و در ایستگاه بروجرد از همه بیشتر بود. نتایج مقایسه‌های میانگین برای صفت تعداد روز تا رسیدن نشان می‌دهد که نتایج در سه ایستگاه خمین، بروجرد و زنجان تا حدودی یکسان هستند و ژنوتیپ‌های G10 (رقم افق)، G9، G16 و تا حدودی G4 (به‌جز ایستگاه بروجرد) نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها زودرس‌تر هستند (جدول ۴). رقم افق (ژنوتیپ G10) در زمره ارقام زودرس می‌باشد و ژنوتیپ‌های G9 و G16 با اختلاف پنج تا شش روز نسبت به رقم افق دیررس‌تر هستند. بنابراین در دو ایستگاه زنجان و بروجرد هیچ‌کدام از ژنوتیپ‌های امیدبخش مورد بررسی از ارقام شاهد زودرس‌تر نبودند. در ایستگاه خمین، ژنوتیپ G4 از نظر زودرسی با رقم افق در یک رده قرار داشتند. در ایستگاه شهرکرد ژنوتیپ‌های G7، G8، G13 و G4 نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها و رقم افق زودرس‌تر بودند و به نظر می‌رسد که تفاوت مشاهده شده در این ایستگاه باعث معنی‌دار شدن اثر متقابل شده باشد. در نهایت، در ایستگاه خمین ژنوتیپ G3، در ایستگاه بروجرد رقم دادفر (ژنوتیپ G17) و ژنوتیپ G6، در ایستگاه زنجان ژنوتیپ‌های G6 و G8 و در ایستگاه شهرکرد رقم دادفر (ژنوتیپ G17) و ژنوتیپ G9 به‌عنوان دیررس‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند.

جدول ۴- مقایسه‌های میانگین بین ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز از نظر صفت تعداد روز تا رسیدن در ایستگاه‌های مورد بررسی

Table 5- Average comparisons between red bean genotypes in number of days to maturity at the investigated stations

ژنوتیپ Genotype	خمین Khomein	بروجرد Broujerd	زنجان Zanjan	شهرکرد Shahre kord
G1	98.17 b*	116.17 cd	102.67 de	100.2 bcd
G2	93.17 bc	107 f	95.5 ijk	99.33 cd
G3	106.33 a	113.5 de	111.5 c	110.83 a
G4	77.67 f	118b c	93.8 k	97 ef
Yaghot	82.33 ef	111.5 e	100.17 efg	100.33 bcd
G6	99 b	120.5 b	116.67 b	109.83 a
G7	98.5 b	111.17 e	104.3 d	96.33 f
G8	98.3 b	111.5 e	122 a	96.33 f
G9	84.6 de	100.67 g	95.5 ijk	111.17 a
Ofogh	78.67 ef	93.67 h	90.8 l	99.33 cd
G11	89 cd	104 f	97 hij	101.33 bc
G12	84.6 de	121 b	99.5 fgh	99 de
G13	90 cd	105 f	96.8 hijk	96.67 f
G14	99.17 b	112.17 e	101.17 ef	100.2 bcd
G15	98.5 b	112.5 e	108.8 c	101.67 b
G16	84.1 de	100.8 g	94.8 jk	99 de
Dadfar	85.17 de	124.5 a	98 ghi	111.33 a

* میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار دارند

* Means with different letters are significantly different at the 5% level

تعداد غلاف در بوته

در ایستگاه خمین، ژنوتیپ G4 با میانگین ۲۰/۰۳ دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته بود و پس از آن، ژنوتیپ‌های G17 (رقم دادفر) و G12 با تعداد غلاف ۱۶/۹۵ و ۱۶/۷ قرار داشتند (جدول ۵). در ایستگاه بروجرد، ژنوتیپ‌های G13، G6، G17 (رقم دادفر)، G5 (رقم یاقوت) و G3 با میانگین ۳۱/۶۷، ۲۹، ۲۶، ۲۵/۶۷ و ۲۵/۶۷ دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته بودند. در ایستگاه زنجان، ژنوتیپ G6 با میانگین ۳۵/۸ دارای بیشترین تعداد غلاف بود و این ژنوتیپ نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر تعداد غلاف دو برابر بیشتر را نشان داد. در ایستگاه شهرکرد نیز ژنوتیپ‌های G17 (رقم دادفر)، G4 و G13 با میانگین ۱۸/۹۸، ۱۸/۱۸ و ۱۸/۰۵ دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته بودند. در ایستگاه خمین ژنوتیپ‌های G16، G10 (رقم یاقوت) و G8، در ایستگاه بروجرد ژنوتیپ G1، در ایستگاه زنجان ژنوتیپ G8 و در ایستگاه شهرکرد نیز ژنوتیپ G9 دارای کمترین تعداد غلاف در بوته بودند. مشاهده می‌شود که تنوع در تعداد غلاف‌ها در ایستگاه‌های مختلف وجود دارد و ژنوتیپ‌های مختلف در ایستگاه‌های متفاوت تعداد غلاف متفاوتی را نشان می‌دهند. رقم دادفر (ژنوتیپ G17) در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه جزء ژنوتیپ‌های دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته بود که می‌تواند به‌عنوان یک رقم با پتانسیل عملکرد بالا برای مناطق کشت لوبیا مد نظر باشد. تعداد غلاف در بوته، جزء اصلی و مؤثر افزایش عملکرد در لوبیا می‌باشد، زیرا همبستگی بیشتری با عملکرد نشان داده است (Bennett et al., 1977). دورات و آدامز (Duarte & Adams, 1972) و وسترمن و کرودر (Westermann & Crother, 1977) در مطالعه رابطه علیت بین عملکرد و اجزاء عملکرد در لوبیا مشاهده کردند که در بین اجزاء عملکرد، بیشترین اثر مستقیم و مثبت را تعداد غلاف در بوته دارا بود. دیموووا و اسوتلوا (Dimova & Svetleva, 1992) نیز اعلام نمودند که تعداد غلاف در بوته روی وزن دانه به‌طور مستقیم و غیرمستقیم اثر زیادی دارد. دو جزء دیگر عملکرد، یعنی وزن دانه و تعداد دانه در غلاف نیز تأثیر مستقیم و مثبت روی عملکرد دارند (Zimmermann & waines, 1984).

تعداد دانه در بوته

بیشترین تعداد دانه در بوته در ایستگاه خمین در ژنوتیپ‌های G12، G3 و G4، در ایستگاه بروجرد در ژنوتیپ‌های G6، G13 و G17، در ایستگاه زنجان در ژنوتیپ‌های G6، G12، G1 و G5 و در ایستگاه شهرکرد در ژنوتیپ‌های G17، G13 و G6 مشاهده شد (جدول ۶). رقم یاقوت (ژنوتیپ G5) در دو ایستگاه خمین و زنجان و رقم دادفر (ژنوتیپ G17) در سه ایستگاه خمین، بروجرد و شهرکرد جزء ژنوتیپ‌های دارای بیشترین تعداد دانه در بوته بودند؛ در مقابل رقم افق (ژنوتیپ G10) در هر چهار ایستگاه تعداد دانه در بوته کمتری را نشان داد.

جدول ۵- مقایسه‌های میانگین بین ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز از نظر صفت تعداد غلاف در بوته در ایستگاه‌های مورد بررسی

Table 4- Average comparisons between red bean genotypes in number of pods per plant at the investigated stations

ژنوتیپ Genotype	خمین Khomein	بروجرد Broujerd	زنجان Zanjan	شهرکرد Shahre kord
G1	9.85 cd*	10 h	19.77 b	13.87 de
G2	10 cd	20.67 ef	14.53 bcde	13.68 de
G3	10.7 cd	25.67 bcd	15.92 bcd	16.95 abc
G4	20.03 a	20 ef	16.37 bcd	18.18 a
Yaghot	15.8 b	25.67 bcd	17.53 bc	13.68 de
G6	11.08 cd	29 ab	35.8 a	16.98 abc
G7	10.93 cd	21.3 def	9.7 ef	11.05 fg
G8	8 d	14 g	8.97 f	16.52 abc
G9	8.52 d	18 fg	10.4 ef	9.28 g
Ofogh	7.8 d	17.33 fg	9.3 ef	15.5 bcd
G11	9.93 cd	24 cde	14.03 cdef	14.6 cde
G12	16.7 ab	24 cde	18.83 bc	15.3 cd
G13	13.1 bc	31.67 a	18.07 bc	18.05 ab
G14	9.6 cd	21 ef	9.9 ef	16.92 abc
G15	9.55 cd	21.3 def	11.27 def	15.35 cd
G16	7.17 d	17 fg	9.37 ef	12.52 ef
Dadfar	16.95 ab	26 bc	16.23 bcd	18.98 a

* میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار دارند

* Means with different letters are significantly different at the 5% level

جدول ۶- مقایسه‌های میانگین بین ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز از نظر صفت تعداد دانه در بوته در ایستگاه‌های مورد بررسی

Table 6- Average comparisons between red bean genotypes in number of seeds per plant at the investigated stations

ژنوتیپ Genotype	خمین Khomein	بروجرد Broujerd	زنجان Zanjan	شهرکرد Shahre kord
G1	22.03 f*	37.23 fgh	96.99 b	45.01 fgh
G2	26.03 ef	46 defgh	60.42 cdef	49.73 cdfg
G3	30.61d ef	43.83 defgh	81.64 bcd	55.37 cdfg
G4	52.9 b	34.3 fgh	82.93 bcd	61.07 bcdf
Yaghot	52.37 b	60.1 cd	91.15 bc	52.68 cdfg
G6	36.33 cde	108.6 a	112.9 a	65.77 abc
G7	41.65 bcd	51.33 def	48.01 ef	39.87 gh
G8	28.28 ef	31.27 gh	36.38 f	60.99 bcdf
G9	26.33 ef	28.37 h	43.93 f	33.57 h
Ofogh	25.73 ef	45.27 defgh	40.41 f	55.56 cdfg
G11	30.6 def	71.53 bc	54.67 def	47.56 dfgh
G12	65.57 a	72.27 bc	97.11 b	63.48 abcd
G13	37.53 cde	85.13 b	90.91 bc	75.57 ab
G14	29.1 def	47.8 defg	43.25 f	52.45 cdfg
G15	32.13 def	57.5 cde	50.38 def	51.75 cdfg
G16	24.45 ef	41.5 efgh	41.75 f	51.46 cdfg
Dadfar	48.25 bc	81.43 b	79.6 bcde	77.44 a

* میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار دارند

* Means with different letters are significantly different at the 5% level

تعداد دانه در غلاف

بیشترین تعداد دانه در غلاف در ایستگاه خمین در ژنوتیپ‌های G12 و G7، در ایستگاه بروجرد در ژنوتیپ‌های G6، G11، G13 و G15، در ایستگاه زنجان در ژنوتیپ‌های G6، G5، G13 و G4 و در ایستگاه شهرکرد در ژنوتیپ‌های G13، G16، G17 و G12 مشاهده شد (جدول ۷). در مقابل، در ایستگاه خمین ژنوتیپ G1، در ایستگاه بروجرد ژنوتیپ G4، در ایستگاه زنجان ژنوتیپ G11 و در ایستگاه شهرکرد ژنوتیپ G14 دارای کمترین تعداد دانه در غلاف بودند.

جدول ۷- مقایسه‌های میانگین بین ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز از نظر صفت تعداد دانه در غلاف در ایستگاه‌های مورد بررسی

Table 7- Average comparisons between red bean genotypes in number of grains per pods at the investigated stations

ژنوتیپ Genotype	خمین Khomein	بروجرد Broujerd	زنجان Zanjan	شهرکرد Shahre kord
G1	2.327 h*	2.94 abcd	4.53 bcde	3.25 ef
G2	2.6 gh	2.58 bcd	4.13 de	3.63 abcdef
G3	2.827 efg	2.24 cde	4.83 bcd	3.27 def
G4	2.665 fgh	1.57 e	5 bc	3.37 cdef
Yaghot	3.345 cd	2.47 bcde	5.17 b	3.85 abcd
G6	3.24 cde	3.76 a	6.1 a	3.87 abc
G7	3.797 ab	3.01 abc	4.8 bcd	3.62 abcdef
G8	3.49 bc	2.46 bcde	4.07 e	3.72 abcde
G9	3.078 cdef	1.95 de	4.17 de	3.62 abcdef
Ofogh	3.39 cd	2.9 abcd	4.3 cde	3.58 bcdef
G11	3.09 cde	3.76 a	3.87 e	3.2 ef
G12	3.905 a	3.05 abc	4.97 bc	4.02 ab
G13	2.858 efg	3.43 ab	5 bc	4.18 a
G14	3.041 def	2.66 bcd	4.3 cde	3.1 f
G15	3.38 cd	3.31 ab	4.5 bcde	3.35 cdef
G16	3.37 cd	2.96 abcd	4.47 bcde	4.08 ab
Dadfar	2.848 efg	3.17 abc	4.8 bcd	4.05 ab

* میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار دارند

*Means with different letters are significantly different at the 5% level

عملکرد دانه

بیشترین عملکرد دانه در ایستگاه خمین در ژنوتیپ‌های G12 و G5 و G4، در ایستگاه بروجرد در ژنوتیپ‌های G14 و G13، در ایستگاه زنجان در ژنوتیپ‌های G5 و G12 و در ایستگاه شهرکرد در ژنوتیپ‌های G12 و G16 مشاهده شد. در مقابل، در ایستگاه خمین ژنوتیپ G8، در ایستگاه بروجرد ژنوتیپ G1، در ایستگاه زنجان ژنوتیپ G10 و در ایستگاه شهرکرد ژنوتیپ G2 دارای کمترین عملکرد دانه بودند (جدول ۸). همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد، واکنش ژنوتیپ‌های امیدبخش جدید در هر منطقه متفاوت بود و در هر منطقه، رقم خاصی برتری داشت. در بین ارقام شاهد نیز رقم یاقوت در ایستگاه‌های زنجان و تا حدودی شهرکرد و رقم دادفر در ایستگاه‌های شهرکرد و تا حدودی بروجرد می‌توانند به‌عنوان ارقام برتر با عملکرد بالا انتخاب شوند. معمولاً ژنوتیپ‌های مختلف یک گیاه در شرایط محیطی مختلف، واکنش‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند (Farshadfar, 2000) و در رویشگاه‌های مختلف، تعداد و اندازه اندام‌های رویشی و زایشی متفاوتی خواهند داشت (Laing et al., 1983). عملکرد لوبیا صفتی کمّی و پیچیده است که اجزای آن تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه می‌باشد (Bennett et al., 1997; Adams, 1982). تعداد دانه در بوته و شاخص برداشت اثر مستقیم مثبت بالایی روی عملکرد دانه در لوبیا دارند (Sadeghi et al., 2011). در تحقیقی دیگر، اوندر و همکاران (Onder et al., 2013) عملکرد دانه را به‌میزان زیادی تحت تأثیر اثرات مستقیم مثبت عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت دانستند. در تحقیق دیگری با استفاده از تجزیه علیت مشاهده شد که صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف و وزن ۱۰۰ دانه بیشترین تأثیر مستقیم مثبت را بر روی عملکرد دانه لوبیا دارند (Ahmed, 2013).

وزن ۱۰۰ دانه

بیشترین وزن ۱۰۰ دانه در ایستگاه خمین در ژنوتیپ‌های G13 و G10 در ایستگاه بروجرد در ژنوتیپ‌های G10، G13 و G14، در ایستگاه زنجان در ژنوتیپ‌های G11 و G14 و در ایستگاه شهرکرد در ژنوتیپ‌های G12 و G4 مشاهده شد (جدول ۹). رقم افق در تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی به‌عنوان رقمی با وزن ۱۰۰ دانه بالا شناخته شد. در مقابل، رقم یاقوت جزء ارقام با کمترین وزن ۱۰۰ دانه بود.

جدول ۸- مقایسه‌های میانگین بین ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز از نظر صفت عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار) در ایستگاه‌های مورد بررسی

Table 8- Average comparisons between red bean genotypes in grain yield (kg.h^{-1}) at the investigated stations

ژنوتیپ Genotype	خمین Khomein	بروجرد Broujerd	زنجان Zanjan	شهرکرد Shahre kord
G1	1641.7 efg*	1366.67 f	2275 def	1968.8 g
G2	1378.3 g	2316.67 cde	2845 bcdef	1173.5 j
G3	1293.3 g	2208.33 de	2902.8 bcde	812.17 k
G4	3190.8 ab	1583.33 ef	3540 abc	1395.5 i
Yaghot	3882.5 a	2308.33 cde	4290 a	2063 f
G6	2232.5 cdef	2866.67 abcd	2133.3 def	637.17 l
G7	2535 bcd	2333.3 cde	2940 bcd	1558.3 i
G8	1329.2 g	1861.67 ef	1981.7 ef	1624 h
G9	1435.8 fg	2783.33 bcd	2269.5 def	1422.1 i
Ofogh	1713.3 efg	2821.67 bcd	1911.7 f	2502.7 d
G11	2294.2 cdef	2956.33 abcd	3008.3 bcd	2615.5 c
G12	3925 a	2810b cd	4156.67 a	2964.3 a
G13	1797.5 defg	3108.33 abc	2841.7 bcdef	2286.8 e
G14	2805.8 bc	3200 ab	2751.7 cdef	1608.3 h
G15	2320.8 cde	3666.67 a	2610 cdef	864.67 k
G16	1619.2 efg	2958.33 abcd	2078.3 def	2848.5 b
Dadfar	2921.7 bc	2716.67 bcd	3755 ab	2682.7 c

* میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار دارند

* Means with different letters are significantly different at the 5% level

جدول ۹- مقایسه‌های میانگین بین ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز از نظر صفت وزن ۱۰۰ دانه (گرم) در ایستگاه‌های مورد بررسی

Table 9- Average comparisons between red bean genotypes in 100 grain weight (g) at the investigated stations

ژنوتیپ Genotype	خمین Khomein	بروجرد Broujerd	زنجان Zanjan	شهرکرد Shahre kord
G1	26.03 f*	32.07 g	29.53 f	25.53 g
G2	28.1 ef	38.47 ef	36.06 d	28.17 f
G3	29 e	38.41 ef	40.61 c	35.53 e
G4	28.93 e	27.5 gh	31.93 e	43.05 b
Yaghot	26.28 f	28.85 gh	31.2 f	27.72 f
G6	36.67 bc	23.8 h	24.03 h	24.78 g
G7	38.3 b	44.78 bc	43.87 b	19.95 h
G8	37.22 bc	41.75 ce	43.72 b	38.7 c
G9	36.23 bc	43.25 ce	44.21 b	36.25 d
Ofogh	41.85 a	50.9 a	40.44 b	39.15 c
G11	27.87 ef	32.98 fg	49.79 a	36.03 d
G12	23.58 g	31.57 g	31.75 e	45.02 a
G13	41.8 a	49.57 ab	26.39 g	24.7 g
G14	35.08 c	49.85 ab	50.37 a	20.93 h
G15	31.88 d	40.82 ce	44.91 b	29.92 e
G16	21.58 g	30.75 g	39.18 c	36.03 d
Dadfar	29.65 de	40.58 ce	33.07 e	27.03 f

* میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار دارند

* Means with different letters are significantly different at the 5% level

تجزیه همبستگی و رگرسیون گام‌به‌گام

نتایج این بررسی نشان داد که بین عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته همبستگی مثبت ولی غیرمعنی‌دار وجود داشت (جدول ۱۰). بیشترین ضریب همبستگی بین عملکرد دانه با تعداد دانه در غلاف بود. بین وزن ۱۰۰ دانه با تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در گیاه همبستگی منفی معنی‌دار و با تعداد دانه در غلاف همبستگی منفی مشاهده شد. بین تعداد دانه در غلاف با تعداد

دانـه در بوتـه و تعـداد غـلاف در بوتـه نیـز همبسـتگی مثبـت معنی‌دار وجود داشت. تنـوع و ارتبـاط بـین صـفات عملکـرد و اجزای آن در لوبیا توسط محققان مختلـف مـورد مطالعـه قـرار گرفتـه اسـت (Sadeghi et al., 2011; Onder et al., 2013; Akhshi et al., 2015; Rai et al., 2011; Sofi et al., 2011). صـالحی و همکـاران (Salehi et al., 2008) ارتبـاط مثبـت و غیرمعنی‌داری بین تعداد دانه در بوته با تعـداد غـلاف در بوتـه، طـول غـلاف و شـاخص برداشـت در لوبیـای معمـولی گـزارش کردند. احمد (Ahmed, 2013) بین عملکرد دانه با تعداد روز تـا ۵۰ درصد گل‌دهی، ارتفاع گیـاه، طـول غـلاف، تعـداد غـلاف و تعداد دانه در بوته همبستگی مثبتی را گزارش کـرد. رحیمـی و همکاران (Rahimi et al., 2023) همبستگی بین عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته را در لوبیـا چیتـی مثبـت و معنـی دار گـزارش کردنـد. امینـی (Amini, 2002) بیشترین همبسـتگی عملکـرد دانـه را بـا وزن غـلاف در بوتـه، تعـداد غـلاف، تعـداد دانـه در بوتـه و عملکـرد بیولوژیـک گـزارش کـرد. در بررسـی‌های اونـدرت و همکـاران (Onder et al., 2013) بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیـک و شاخص برداشت همبستگی مثبت مشاهده شد، درحالی‌که بـین صفات روز تا گل‌دهی، ارتفاع اولین غلاف و ارتفاع گیاه و تعـداد غلاف در بوته همبستگی منفی وجود داشت.

برای به‌دست آوردن حداکثر عملکرد دانه، باید وضـعیت اجـزای آن در حد مطلوب باشد، به همین دلیل لازم است که در تجزیه و تحلیل میزان عملکرد، اجزای آن نیز به‌دقت مورد بررسی قرار گیرند (Hosseinpour et al., 2014). هرچند که میان عملکرد و برخـی از اجـزای آن رابطـه مثبتـی وجـود دارد، ولـی وجـود همبستگی‌های منفی میان برخی از این اجزاء باعث شده اسـت که انتخاب همه آن‌ها نتواند در افزایش عملکرد مفید واقع شـود (Rharrabti et al., 1998). در حقیقت، تجزیه همبستگی سـاده به‌تنهایی نمی‌توانـد در توجیـه روابـط صـفات بـا عملکـرد دانـه کارآیی لازم را داشته باشد، لذا از رگرسیون گام‌بـه‌گام بـه‌منظور تعیین بهترین مدل برای توجیه تغییرات عملکرد دانـه اسـتفاده شد (جدول ۱۱). در این روش، متغیرهایی که دارای همبستگی بالاتری با متغیر تابع هستند و دارای سهم بیشـتری در توجیـه تغییرات آن می‌باشند، زودتر وارد مدل می‌شوند (Mohammadi et al., 2000). نتایج نشان داد که صفات تعـداد دانـه در غـلاف، روز تا رسیدگی، تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰ دانـه بـه‌عنوان صفت مؤثر وارد مدل رگرسیونی گردیدند و از بین ایـن صـفات نیز تنها صفات روز تا رسیدگی با ضریب منفی و تعداد غلاف در بوته با ضریب مثبت در سطح پنج درصد معنی‌دار بودنـد. البتـه باید اذعان داشت که میزان ضریب تبیین تعـدیل شـده در ایـن بررسی پایین بود و در مجموع، این چهار صفت، ۳۲/۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیـه نمودنـد. همـان‌طور کـه واضـح است صفت تعداد دانه در غلاف در مقایسه با صفت تعداد غلاف در بوته تـأثیر کمتـری بـر عملکـرد دانـه داشـته اسـت. نتـایج همبستگی صفات مختلف با عملکـرد دانـه و تجزیـه رگرسـیون گام‌به‌گام به‌ترتیب نشان‌دهنده تأثیر قابـل توجـه صـفات تعـداد غلاف در بوته، روز تا رسیدگی، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه بر عملکرد دانه بودند؛ بنابراین با توجه به صفات مهم اشاره شده در بالا، می‌توان با آگاهی از کنترل ژنتیکی ایـن صـفات، از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی بهره برد.

تجزیه کلاستر

تجزیـه کلاسـتر برحسـب میـانگین داده بـا اسـتفاده از روش Between group linkage انجام گرفت. جهت تعیین فاصله بین ژنوتیپ‌ها از مربع فاصله اقلیدسی براسـاس صـفات انـدازه‌گیری شده استفاده شد. جهت انتخـاب بهتـرین گروه‌بنـدی از تجزیـه واریانس چند متغیـره برمبنـای طـرح کـاملاً تصـادفی اسـتفاده گردید. در این تجزیـه، گروه‌هـا بـه‌عنوان تیمـار و ژنوتیپ‌هـای داخل گروه‌ها به‌عنوان تکرار در نظر گرفته شدند. در حالت‌هـای مختلف برش دندروگرام، گروه‌بندی انجام شد که مقـادیر آمـاره ویلکس لامبدا و F حالت‌های مختلف برش در جدول ۱۲ نشـان داده شده است. در هر حالت برشی که در آن بیشترین مقدار F به‌دسـت آمـد، بهتـرین نـوع گروه‌بنـدی بـود. در ایـن حالـت، اختلافات بین گروه‌ها خیلی بیشتر از اختلاف درون گروه‌ها بوده و گروه‌بندی صحیح‌تری انجام می‌شود. در گروه‌بندی ژنوتیپ‌هـا بـا اسـتفاده از ایـن روش، ژنوتیپ‌هـا در سـه گـروه مجـزا قـرار گرفتند، به‌طوری‌که ارقام یاقوت و دادفر به همـراه ژنوتیپ‌هـای G12، G13 و G6 در گروه اول، ژنوتیپ‌های G1، G2، G3 و G4 در گروه دوم و بقیه ژنوتیپ‌ها به همراه رقم افق در گـروه سـوم قرار گرفتند (شکل ۱). با توجه به قرارگیری ژنوتیپ‌هـا در کنـار دو رقم معرفی شده خوب بـا پتانسـیل عملکـرد بـالا (یـاقوت و دادفر) می‌توان این ژنوتیپ‌ها را بـه‌عنوان ژنوتیپ‌هـای مطلـوب برای تمامی مناطق پیشنهاد کرد. بااین‌حال با معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ × مکان در اکثر صفات بهتر است کـه بـرای هـر منطقه ژنوتیپ مطلوب معرفی گردد.

جدول ۱۰- نتایج تجزیه همبستگی بین صفات مورد مطالعه در لوبیا

Table 10- Results of correlation analysis for different traits

	تعداد روز تا رسیدن Days to maturity	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pods	وزن ۱۰۰ دانه 100-grain weight
تعداد روز تا رسیدن Days to maturity	1				
تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	0.31	1			
تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	0.371	0.935**	1		
تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pods	0.197	0.532*	0.722**	1	
وزن ۱۰۰ دانه 100-grain weight	-0.162	-0.72**	-0.755**	-0.418	1
عملکرد دانه Grain yield	-0.285	0.381	0.325	0.409	-0.104

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد

** and *: Significant at the probability level of 1% and 5%, respectively

جدول ۱۱- نتایج رگرسیون گام‌به‌گام برای عملکرد دانه، به‌عنوان متغیر وابسته، و دیگر صفات به‌عنوان متغیر مستقل

Table 11- Results of stepwise regression for grain yield, as dependent variable, and other traits as independent variable

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of square	ضریب تبیین تعدیل شده R^2 Adjust
رگرسیون Regression	4	48591.07*	0.327
باقی‌مانده Residual	13	158740.6	
صفات وارد شده به مدل Attributes entered into the model	**ضریب رگرسیون Regression coefficient**	**ضریب رگرسیون استاندارد شده Standardized regression coefficient**	**عامل تورم واریانس Variance inflation factor**
مقدار ثابت Constant	1957.38±2223.97	-	-
تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pods	532.73±380.18	0.33	1.4
تعداد روز تا رسیدن Days to maturity	-40.16*±17.32	-0.49	1.12
تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	96.87*±45.77	0.67	2.56
وزن ۱۰۰ دانه 100-grain weight	30.45±19.97	0.44	2.1

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

** and *: Significant at the probability level of 1 and 5%, respectively

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت کشت گیاه لوبیا در نظام‌های زراعی و کشاورزی پایدار و سهم آن در تأمین بخشی از پروتئین مورد نیاز جوامع انسانی، دستیابی به ژنوتیپ‌هایی با عملکرد مطلوب و دارای صفاتی مانند زودرسی، تیپ بوته مناسب و بازارپسند و دارای تحمل به تنش خشکی حائز اهمیت است. براساس صفت تعداد روز تا رسیدن، رقم افق به همراه ژنوتیپ‌های G9، G16 و تا حدودی G4 و براساس عملکرد و اجزای آن، ژنوتیپ G12 و ارقام یاقوت و دادفر را می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب گزارش کرد، ولی بهتر است که با توجه به نتایج این تحقیق

برای هر منطقه، رقم خاصی را معرفی کرد. در برنامه‌های اصلاحی، بررسی لاین‌های امیدبخش، انتخاب ژنوتیپ برتر و معرفی رقم به‌منظور افزایش تولید در واحد سطح صورت می‌گیرد. مفهوم افزایش عملکرد در واقع افزایش کارائی فیزیولوژیک گیاه می‌باشد که با وجود شرایط محدود بیشترین عملکرد را تولید می‌کند. براساس نتایج این بررسی غیر از عملکرد دانه، اجزاء عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، و وزن ۱۰۰ دانه نیز در گزینش ژنوتیپ‌های بهتر نقش داشتند؛ لذا انتخاب غیرمستقیم از طریق انتخاب این صفات می‌تواند در جهت افزایش عملکرد دانه مؤثر باشد. نتایج حاصل از این تحقیق و نیز بررسی‌های محققان مختلف نشان می‌دهد که مؤثرترین اجزاء عملکرد لوبیا جهت دست‌یابی به عملکرد بالا در شرایط آزمایشی متفاوت (مکان‌ها و سال‌های مختلف)، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف است. رابطه بین وزن ۱۰۰ دانه با عملکرد نیز بسته به نوع ژنوتیپ‌ها و مکان‌های مورد بررسی مثبت و یا منفی گزارش شده است. با توجه به اینکه هدف از این گونه بررسی‌ها، شناسایی مهم‌ترین اجزاء عملکرد جهت استفاده در مسیر اصلاح عملکرد دانه و افزایش میزان آن می‌باشد، بنابراین توصیه می‌شود که محققان از طریق سه صفت تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه جهت افزایش میزان عملکرد دانه اقدام نمایند.

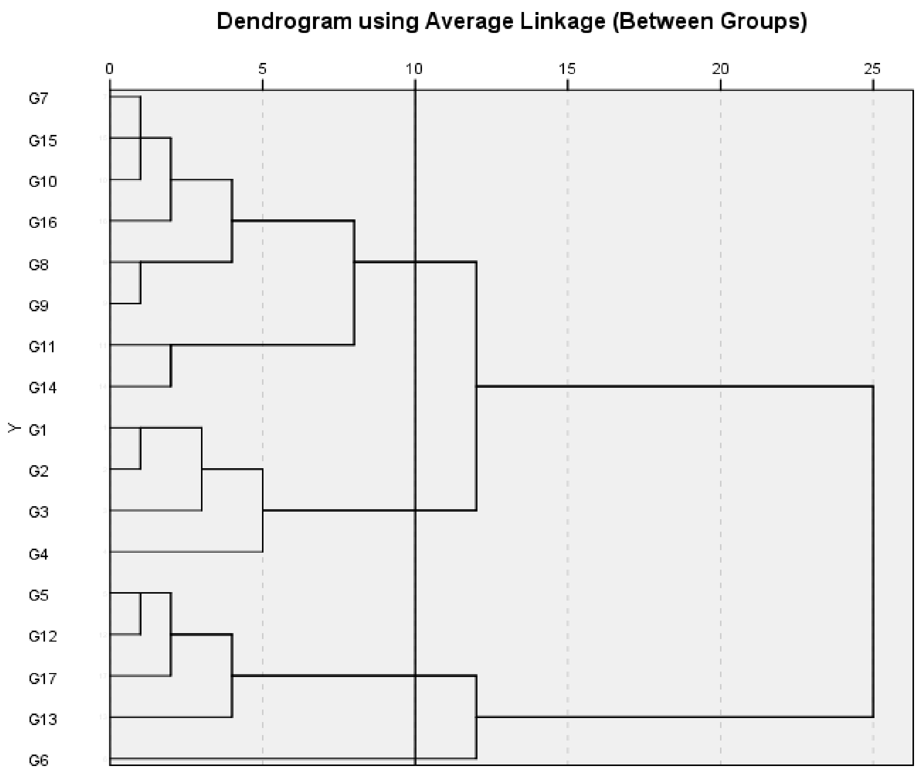
سپاسگزاری

این مقاله، حاصل پروژه پژوهشی انجام یافته در سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی با شماره مصوب ۹۸۰۱۷۳-۰-۶۱-۰۳-۰۲۰ می‌باشد.

جدول ۱۲- مقادیر F و آماره‌های ویلکس لامبدا برای حالت‌های مختلف گروه‌بندی برمبنای صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌ها

Table 12- F values and Wilkes Lambda statistics for different grouping modes based on traits measured in genotypes

تعداد گروه‌ها Number of Groups	آماره لامبدا Wilks Lambda	Fمقدار F Value
2	0.109	17.897
3	0.010	18.163
4	0.003	12.304



شکل ۱- تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز براساس صفات عملکرد و اجزاء آن

Fig. 1- Cluster analysis of red bean genotypes based on yield traits and its components

References

Abebe, A., Brick, M. A. & Kirkby, R. A. (1998). Comparison of selection indices to identify productive dry bean lines under diverse environmental conditions. *Field Crop Research, 58*, 15-23. https://doi.org/10.1016/S0378-4290(98)00082-3

Adams, M. W. (1982). Plant architecture and yield breeding. *Iowa State Journal of Research, 56*(3), 225-254.

Ahmed, S. (2013). Correlation and path analysis for agro-morphological traits in Rajmash beans under Baramulla-Kashmir region. *African Journal of Agricultural Research, 8*, 2027-2032. https://doi.org/10.5897/AJAR2012.0014

Akhshi, N., Firouzabadi, F. N., Cheghamirza, K., & Dorri, H. (2015). Coefficient analysis and association between morpho-agronomical characters in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cercetari Agronomice in Moldova, 48*, 29-37. https://doi.org/10.1515/cerce-2015-0050

Amini, A., Ghanadha, M. R., & Abd-mishani, C. (2002). Genetic diversity and correlation between different traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Agricultural Science, 33*, 605-615. https://doi.org/10.22092/SPIJ.2017.111161

Asadi, B., Vaeazi S. H., & Fathi Haftshjani, A. (2015). Genetic diversity and classification of chitti bean genotypes using multivariate analysis methods. *Seed and Plant Improvement Journal, 4*(1), 641-652 (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22092/SPIJ.2017.111281

Bakhshi, B., Pouresmaeil, M., & Keshtgar Khajedad, M. (2021). Assessment of agromorphological traits diversity in cowpea landraces originated from arid and warm regions of Iran. *Iranian Journal of Pulses Research, 12*(2), 85-103. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22067/ijpr.v12i2.87704

Becker, H. C., & Leon, J. (1988). Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding, 101*, 1-25, https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.1988.tb00261.x

Beebe, S. & Mc Clafferty, B. (2006). Biofortified Bean. Centro Agronomico Tropical (CIAT)-Cali, Colombia. 2 p. In: www.harvestplus.org/pdfs/bean.pdf

Bennett, J. P., Adams, M. W., & Burga, C. (1997). Pod yield component variation and inter correlation in (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by planting density. *Crop Science, 17*, 73-75. https://doi.org/10.2135/cropsci1977.0011183X001700010021x

Broughton, W. J., Hernandez, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., & Vanderleyden, J. (2003). Beans (*Phaseolus* spp.): Model food legumes. *Plant Soil, 252*, 55-128. https://doi.org/10.1023/A:1024146710611

Cokkizgin, A., Colkesen, M., Idikut, L., Ozsisli, B., & Girgel, U. (2013). Determination of relationships between yield components in bean by using path coefficient analysis. *Greener Journal of Agricultural Sciences, 3*, 085-089. https://doi.org/10.1023/A:1024146710611

Dimova, D., & Svetleva, D. (1992). Inheritance and correlation of some quantitative characters in 348rench bean in relation to increasing the effectiveness of selection. *Abstract Plant Breeding, 63*(3), 344. https://doi.org/10.3390/agronomy11040682

Duarte, R. A., & Adams, M. W. (1972). A Path coefficient analysis of some yield component Interrelations in field bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Crop Science, 12*, 579-582. https://doi.org/10.2135/cropsci1972.0011183X001200050009x

Fageria, N. K., & Santos, A. B. (2008). Yield physiology of dry bean. *Journal of Plant Nutrition, 31*, 983-1004. https://doi.org/10.1080/01904160802096815

Farshadfar, E. (2000). Application of Biometrical Genetics in Plant Breeding. Razi University Press, Kermanshah, Iran. 396 pp. (In Persian). (In Persian with English Abstract)

Ghanbari, A. A., Mozafari, H., & Hassanpour Darvishi, H. (2017). Identification of effective traits on the yield in bean genotypes using multivariate statistical methods, *Journal of Crop Breeding, 9*(22), 53-62.

Gomez, O. J., Blair, M. W., Frankow-lindberg, B. E., & Gullberg, U. (2004). Molecular and phenotypic diversity of common bean landraces from Nicaragua. *Crop Science, 44*, 1412-1418. https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1412

Hashemi Jezi, S. M. (2014). Investigation and Comparison of Performance and Determination of Compatibility of White Bean Cultivars in Chaharmahal and Bakhtiari Province. the First National Legume Conference, Mashhad, Iran. (In Persian). http://dx.doi.org/10.1080/03235408.2013.772351

Hosseinpour, T., Ahmadi, A., Mohammadi, F., & Drikvand, R. (2012). The effect of seed rate on grain yield and its components of wheat cultivars in rain fed conditions. *Agronomy Journal, 104*, 101-110. http://dx.doi.org/10.22092/AJ.2014.103236

Khaghani, S., Bihamta, M. R., & Changizi, M. (2009). Quantitative and qualitative comparison of white and red beans under normal irrigation and drought stress. *Environmental Stress Plant Science, 1*(2), 169-182. https://doi.org/10.3923/ajps.2008.563.568

Kooshki, M. H., & Marzooghian, A. (2020). The evaluation of elite lines obtained from red common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) local populations. *Iranian Journal of Pulses Research, 10*(2), 77-89. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22067/ijpr.v10i2.66654

Laing, D. R., Kretchmer, P. J., Zuluaga, S., & Jones, P. G. (1983). Field bean. In: Potential productivity of field crops under different environments, Ed. International Rice Research Institute, 227-248. Los Banos, Philippines: International Rice Research Institute.

Liebman, M., Corson, S., Rowe, R. J., & Halteman, W. A. (1995). Dry bean response to nitrogen fertilizer in two tillage and residue management systems. *Agronomy Journal, 87*, 538-546. https://doi.org/10.2134/agronj1995.00021962008700030024x

Mohammadi, A., Bihamta, M. R., & Dorri, H., (2017). Determination of phenotypic correlation coefficients and causality analysis of some traits of broad bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under non-stress and drought stress conditions. *Journal of Agriculture, Water, Soil and Plant Research, 8*(2), 135-144. (In Persian with English Abstract)

Mohammadi, H., Ahmadi, A., Moradi, F., Abbasi, A., Poustini, K., Joudi, M., & Fatehi, F. (2011). Evaluation of critical traits for improving wheat yield under drought stress, *Iranian Journal of Field Crop Science, 42*(2), 373-385. (In Persian)

Önder, M., Kahraman, A., & Ceyhan, E. (2013). Correlation and path analysis for yield and yield components in common bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ratarstvo i Povrtarstvo, 50*, 14-19. http://dx.doi.org/10.5937/ratpov50-3958

Rahimi, H., Eshghizadeh, H. R., Razmjoo, J., Zahedi, M., Ghadiri, A., & Asadi, M. (2023). Evaluation of yield and some morpho-physiological characteristics of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes under different irrigation regimes. *Iranian Journal of Pulses Research, 14*(1), 19-33. (In Persian with English abstract). http://dx.doi.org/10.22067/ijpr.v14i1.2206-1026

Rai, N., Singh, P., Verma, A., Yadav, P., & Choubey, T. (2010). Hierarchical analysis for genetic variability in pole type French bean. *Indian Journal of Horticulture, 67*, 150-153.

Rharrabti, S., Elhani, V., Martos, N., & Garcia, L. Del Moral. F. (1998). Relationship between some quality traits and yield of durum wheat under southern Spain conditions. *CIHEAM-Option Mediterranean, 40*, 529-531.

Sabokdast, M., & Khyalparast, F. A. (2008). Study of relationship between grain yield and yield component in common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Crop Production and Processing, 11*(42), 123-133.

Sadeghi, A., Cheghamirza, K., & Dorri, H. R. (2011). The study of morphoagronomic traits relationship in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biharean Biologist, 5*, 102-108.

Sainju, U. M., Whitehead, W. F., & Singh, B. P. (2005). Biculture legume–cereal cover crops for enhanced biomass yield, carbon, and nitrogen. *Agronomy Journal, 97*(5), 1403-1412. https://doi.org/10.2134/agronj2004.0274

Salehi, M., & Saeidi, G. H. (2011). Genetic variation of some agronomic traits and yield component in breeding lines of sesame. *Journal of Crop Breeding, 4*(9), 77-92. (In Persian with English Abstract)

Salehi, M., Akbari, R., & KHorshidi Benam, M. A. (2008). Study on response of yield and seed yield components of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes to delay in planting in Miyaneh region. *Journal of Crop Production and Processing, 12*(43), 105-115.

Sharifi, P., Astereki, H., & Safari Motlagh, M. R. (2014). Evaluation of genotype, environment and genotype × environment interaction effects on some of important quantitative traits of faba bean (*Vicia faba* L.), *Journal of Crop Breeding, 6*(13), 73-88. (In Persian with English Abstract)

Singh, S. P., Teran, H., Munoz, C. G., & Takegami, J. C. (1999). Two cycles of recurrent selection for seed yield in common bean. *Crop Science, 39*, 391-397. https://doi.org/10.2135/cropsci1999.0011183X0039000200015x

Sofi, P., Zargar, M., Debouck, D., & Graner, A. (2011). Evaluation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm under temperate conditions of Kashmir valley. *Journal of Phytology, 3*, 47-52.

Vlizadeh, M., & Moghadam, M. (2010). Experimental Designs in Agriculture. Fourth Ed. Privar Publishers, Iran.

Westermann, D. T., & Crother, S. S. E. (1977). Plant population effects on the seed yield components of beans. *Crop Science, 17*, 493-496. https://doi.org/10.2135/cropsci1977.0011183X001700040002x

Zimmermann, M. J. O., & Waines, J. G. (1984). Heritability of gain yield of common bean on sloe crop and intercrop with maize. *Crop Science, 25*(4), 641-644. https://doi.org/10.2135/cropsci1984.0011183X002400040004x